Aus der Medizinischen Universitäts-Poliklinik in Bonn.
Stellv. Direktor: Dozent Dr. G. Schlomka.

Untersuchungen über die respiratorische Arrhythmie beim Emphysem.

INAUGURAL-DISSERTATION

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

Hohen Medizinischen Fakultät

der

Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität zu Bonn.

Vorgelegt am 28. Mai 1938

von

Klaus Diedrichs

aus Perl (Mosel).

Bonn 1938

Anton Brand, Bonn

Gedruckt
mit Genehmigung der medizinischen Fakultät
der Universität Bonn.

Referent: Dozent Dr. Schlomka.
Korreferent: Prof. Dr. Martini.

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Meinen lieben Eltern gewidmet.

A. Einleitung.

Nach Bainbridge und nach neuen Untersuchungen von Schlomka und Reindell sind die in den einzelnen Atemphasen wechselnden Blutangebote an das rechte Herz der adaequate Reiz für spezifische in der Vorhofswand bzw. in den Venenostien gelegene Receptoren eines zentral die Schlagfolge des Herzens beeinflussenden Reflexes derart, daß vermehrte Wandspannung bzw. Dehnung der venösen Einflußgebiete zur Erhöhung der Schlagfrequenz, herabgesetzte Füllung dagegen zur Verringerung derselben und damit zu der bekannten respiratorischen Arrhythmie führt.

Die weiteren Untersuchungen von Schlomka und Mitarbeitern haben darüber hinaus wahrscheinlich gemacht, daß diesem Reflex die Aufgabe eines kreislaufdynamisch wichtigen Steuerungsreflexes zukommt, der die Herztätigkeit dem zeitlich anderen Arbeitsgang der ihr vorgeschalteten Hilfspumpe der Atmung anpaßt, und zwar wohl vorwiegend im Sinne eines Entlastungsvorganges (nach Hess) für Herz und Kreislauf.

Es lag deshalb nahe, die respiratorische Arrhythmie unter den Bedingungen einer abnormen Atmung zu untersuchen, um daraus weiteren Einblick zu gewinnen, einmal in die kreislaufdynamische Folge einer solchen, sodann auch in die Natur der respiratorischen Arrhythmie selbst.

In diesem Sinne erschien deshalb am gegebensten die Untersuchung der respiratorischen Arrhythmie beim Emphysem.

B. Material.

Das Material, das der Arbeit zugrunde liegt, entstammt der Sammlung von E. K. G.'s der medizinischen Poliklinik der

Universität Bonn. Es wurden nur Fälle herangezogen, die ein klinisch oder röntgenologisch nachweisbares Emphysem zeigten. Alle Fälle, die gleichzeitig eine Tuberkulose oder Silikose aufwiesen, wurden nicht berücksichtigt. Ebenso blieben unberücksichtigt alle Fälle mit Rhythmus- oder Überleitungsstörungen. Ferner wurden nicht in die Untersuchung einbezogen Fälle mit Klappenfehlern.

C. Meßtechnik.

Bei der Ausmessung der respiratorischen Arrhythmie wurde so vorgegangen, daß die Strecke R—R im E. K. G. und zwar in allen drei Ableitungen längenmäßig ausgemessen und in sec/100 berechnet wurde. Die Abstände R—R wurden deshalb in allen drei Ableitungen ausgemessen und berechnet, weil eine möglichst große Zahl von R—R benötigt wurde, um die größten und kleinsten R—R Abstände zu finden, die den Grad der respiratorischen Arrhythmie anzeigten. Durch Addition der so gefundenen R—R Werte und durch Division des bei der Addition gefundenen Wertes durch die Anzahl der gemessenen R—R Abstände, erhielt ich das mittlere Pulsintervall = PM

$$PM = \frac{\text{Summe der Pulsschläge}}{\text{Anzahl der Pulsschläge}}$$

(Schlomka).

Als Maßstab für den Grad der respiratorischen Arrhythmie diente mir der Vergleich der in einem bestimmten Zeitabschnitt (in allen drei Ableitungen) beobachteten längsten und kürzesten Schlagintervallen. Aus diesen wurde dann das absolute Arrhythmiemaß = RM und der Rhythmusindex = RI nach der von Schlomka angegebenen Formel berechnet:

$$RM = \frac{\overset{n}{\Sigma} O\ p\ max - \overset{n}{\Sigma} O\ p\ min}{n}$$

$$RI = \frac{(\overset{n}{\Sigma} O\ p\ max - \overset{n}{\Sigma} O\ p\ min)\ 100}{n \cdot PM}$$

worinn die Anzahl der ausgewählt kleinsten und größten Schlagintervallen bedeutet und in Anlehnung an die Untersuchung von Schlomka und Vienken stets gleich 4 gewählt wurde.

Der Rhythmusindex = RI gibt also als Maßzahl für den Grad der Arrhythmie die durchschnittliche Differenz zwischen größten und kleinsten Schlagintervallen an in Prozent der zugehörigen mittleren Pulszeit. (Schlomka).

Um die respiratorische Arrhythmie noch näher zu untersuchen, wurde für jeden Fall der von Schlomka definierte Typenindex bestimmt, um zu prüfen, ob sich zwischen der im Typenindex sich äußernden Rechtsüberbelastung des Herzens durch das Lungenemphysem und dem Verhalten der respiratorischen Arrhythmie besondere Beziehungen ergäben, die aufschlußreich sein dürften für die Themastellung; denn gerade die emphysematösen Lungenveränderungen bedingen eine abnorme einseitige Belastung des rechten Ventrikels und damit ein Rechtsüberwiegen d. h. ein Negativwerden des Typenindexes, das nach Schlomka und Gauss der Schwere des Emphysem im ganzen etwa parallel geht.

Es wurde deshalb einerseits der Typenindex Ibg für die untersuchten Emphysemkranken bestimmt und dann andererseits mit dem für die gleichaltrigen Gesunden nach Schlomka und Kreutzmann zu erwartenden In verglichen. Im Einzelnen geschah dies dann durch Differenzbildung nach der Formel: Ibg — In = Δ I wobei negative Werte

für ΔI dann das Ausmaß der pathologischen Rechtsabweichung vom Normalwert angeben. (Schlomka). Ferner würden in jedem einzelnen Falle Alter, Blutdruck und Pulsfrequenz besonders berücksichtigt.

D. Ergebnisse.

Nach der oben angegebenen Art der Ausmessung und Berechnung wurden in jedem Falle die einzelnen Faktoren bestimmt. Für die hundert Fälle, die der Untersuchung zu Grunde lagen, ergaben sich nun Werte, die die Aufstellung der im einzelnen noch zu erörternden Tabellen ermöglichen.

Tabelle I.

Alter in Jahren		RR	PM	RM	RI	Ibg	In	ΔI	Fr.	Anzahl
Bereich	Querschn.									
unter 35	26	118	79,5	9,9	12,6	−0,33	−0,02	−0,31	83	8
36-45	42	133	81,4	6,6	7,8	−0,34	+0,22	−0,56	81	25
46-55	51	134	81,7	6,6	7,7	−0,32	+0,35	−0,67	78	21
56-65	60	148	86,4	4,9	5,8	+0,02	+0,47	−0,45	75	30
66-	71	139	84,9	4,5	5,3	−0,23	+0,64	−0,87	74	15

Das Untersuchungsmaterial ordnete ich zunächst nach dem Alter und zwar in die aus der Tabelle ersichtlichen Altersstufen ein. Dabei fällt zunächst auf, daß RM und RI einen ganz deutlichen Altersgang zeigen: mit steigendem Alter der Emphysemkranken nimmt die respiratorische Arrhythmie sowohl absolut wie auch bezogen auf die Schlagfrequenz deutlich und kontinuierlich ab. Es verhalten sich also die Em-

physemkranken in dieser Beziehung jedenfalls grundsätzlich ganz so wie die Kreislauf- und Lungengesunden.

Tatsächlich ist diese Übereinstimmung nicht bloß prinzipiell, wie sich auf folgendem Wege ergibt: Nach den Untersuchungen von Schlomka und Vienken läßt sich beim Gesunden für ein bestimmtes Alter und eine bestimmte Schlagfrequenz etwa die zu erwartende respiratorische Arrhythmie zahlenmäßig abschätzen.

Es ist nämlich für den Gesunden im Durchschnitt

$$RIn = \frac{1{,}44\ P}{I^{\,0{,}744}}$$

$$RMn = \frac{0{,}0144\ P^2}{I^{\,0{,}744}}$$

wobei P das jeweilige mittlere Pulsintervall = PM und I = Alter in Jahren bedeutet.

Durch Vergleich von RM und RMn, RI und RIn erhalte ich die Werte für Δ RM bzw. Δ RI, wobei positive Werte anzeigen, wie hoch die respiratorische Arrhythmie beim Emphysem gegenüber der Arrhythmie der Gesunden ist.

Über die Ergebnisse dieser Vergleichsuntersuchung berichtet dann nachfolgende Tabelle Ia.

Tabelle Ia.

Alter	RM	RMn	Δ RM	RI	RIn	Δ RI
26	9,9	8,1	+1,8	12,6	10,2	+2,4
42	6,6	5,9	+0,7	7,8	7,3	+0,5
51	6,6	5,2	+1,4	7,7	6,4	+1,3
60	4,9	5,1	−0,2	5,8	5,9	−0,1
71	4,5	4,4	+0,1	5,3	5,1	+0,2

Diese besagt, daß in der Tat die respiratorische Arrhythmie des Emphysemkranken nicht nur in ihrem Altersgang, sondern auch größenmäßig dem Verhalten des Gesunden etwa entspricht; denn die Abweichungen S_{RM} und S_{RI} zwischen gefundenen RM bzw. RI und dem berechneten RMn und RIn sind im ganzen doch nur klein.

Im Einzelnen zeigt dann zwar Tabelle Ia für S_{RM} und S_{RI} keinen ganz regelmäßigen Gang. Immerhin erweckt dieselbe doch den Eindruck, daß die respiratorische Arrhythmie bei jugendlichen Emphysemkranken etwas über normal groß ist und dann mit fortschreitendem Alter auf die Werte des Gesunden absinkt.

Da nun im Allgemeinen das Emphysem des Jugendlichen geringer zu sein pflegt als das des älteren Menschen, lag es nahe, diesen Gang von Δ_{RM} und Δ_{RI} als Folge der in den einzelnen Altersgruppen unterschiedlichen Schwere des Emphysems zu vermuten. Da nun aber nach den Untersuchungen von Schlomka und Gauss im Allgemeinen mit der Schwere des Emphysems in Ibg eine zunehmende Rechtsabweichung des Ibg-Types stattfindet, und letztere deshalb in gewissem Sinne als Maßstab für die Schwere des Emphysems

Tabelle II.

Ibg	In	ΔI	PM	RM	RI	RR	Freq.	Alter	Anzahl
v. 0 bis +	+0,47	−0,02	83,6	4,9	5,7	149	79	59	20
v. 0 bis −0,3	+0,39	−0,55	83,2	7,1	8,4	135	74	54	30
v. −0,3 bis −0,6	+0,33	−0,77	82,3	5,8	7,3	136	80	49	36
v. −0,6 bis	+0,31	−1,01	76,2	5,8	7,8	134	84	48	14

gelten kann, wurde das vorliegende Material zunächst nach dem Verhalten des Typenindexes als solchen geordnet, wie es Tabelle II und IIa zeigen.

Tabelle IIa.

Ibg	RM	RMn	Δ RM	RI	RIn	Δ RI
+0,45	4,5	4,8	−0,3	5,7	5,8	−0,1
−0,16	7,1	5,2	+1,9	8,4	6,2	+2,2
−0,44	5.8	5,4	+0,4	7,3	6,6	+0,7
−0,70	5,8	5,9	−0,1	7,8	6,3	+1,5

Die auf diese Weise gewonnenen Daten der Tabelle II lassen uns zwar zunächst weder für RM noch RI eine bestimmte Gesetzmäßigkeit erkennen. Die Tabelle IIa spricht dann aber doch im Sinne einer solchen. Denn namentlich für RM zeigt Tabelle IIa einen Gang von normalen Werten der respiratorischen Arrhythmie bei den normotypischen E. K. G. en, der mit steigender Rechtsabweichung zunächst auf etwas übernormale Zahlen hinaufgeht, dann aber wieder auf normale Werte absinkt. Es scheint dies also etwa zu besagen: In den Fällen, in denen sich das Emphysem noch nicht auf den Ibg-Typ auswirkt, bleibt auch die respiratorische Arrhythmie im Durchschnitt ungestört. Im Gebiete niedriger Rechtsabweichung des Ibg-Types d. h. im Bereich eines mittleren Emphysems ist dann die respiratorische Arrhythmie eher etwas verstärkt. Bei dem stärkeren Rechtsabweichen d. h. bei dem schweren Emphysem schwindet dann jedoch diese Steigerung der respiratorischen Arrhythmie wieder. In diesem Sinne entspricht dann der Gang der Werte für Δ_{RM} und Δ_{RI} auch demjenigen in Tabelle Ia.

Bei einer solchen Deutung der Daten der Tabellen Ia und IIa bleibt aber offen, ob die Abweichungen der respira-

torischen Arrhythmie vom Normalverhalten Folge sind einer direkten Beeinflussung der Vorhofsfüllung durch die geänderte Atemdynamik, oder ob es sich um mehr mittelbare Folgen der mit dem Emphysem verbundenen Überbelastung des Herzens handelt.

Im letzteren Falle bestand nun die Möglichkeit, daß bei Ordnung des vorliegenden Materials nach Schlagfrequenzgruppen als solchen sich vielleicht weitere Gesetzmäßigkeiten ergeben würden, als Ausdruck dafür, daß die Beziehungen zwischen respiratorischer Arrhythmie und Emphysem indirekte auf dem Wege über die Beeinflussung des Herzens sind.

Tabelle III.

Frequenz	RR	Alter	RM	RM	RI	Ibg	In	Δ I	Anzahl
bis 70	138	56	100,5	6,3	6,1	−0,18	+0,42	−0,60	33
71—90	139	51	81,1	7,0	8,5	−0,32	+0,36	−0,68	44
91—110	141	53	64,6	4,5	6,9	−0,19	+0,39	−0,58	23

Tabelle IIIa.

Frequenz	RM	RMn	Δ RM	RI	RIn	Δ RI
61	6,3	7,8	−1,5	6,1	7,4	−1,3
79	7,0	5,1	+1,9	8,5	6,3	+2,2
97	4,5	3,9	+0,6	6,9	4,9	+2,0

Die unter diesem Gesichtspunkte aufgestellten Tabellen III und IIIa zeigen dann zwar trotz etwa gleichen Alters, gleicher Rechtsabweichung im Ibg-Typ und gleichen Blutdruckes für die einzelnen Frequenzstufen verhältnismäßig deutliche Abweichungen für Δ_{RM} und Δ_{RI} vom Normalverhalten.

Im Einzelnen lassen sich aber zwischen Δ_{RM} und Δ_{RI} einerseits und den zugehörigen Frequenzwerten andererseits keine bestimmten Beziehungen erkennen. Die Daten der Tabellen III und IIIa besagen damit nur, daß die feineren Beziehungen der respiratorischen Arrhythmie zur Schlagfrequenz beim Emphysemkranken offenbar verhältnismäßig leicht gestört sind; sie ermöglichen indessen über die Art der Störung keine weiteren Schlüsse.

Da nun beim Emphysemkranken häufig relativ niedrige Blutdruckwerte bestehen, und diese vielfach als Ausdruck der Überbelastung des Herzens durch die Lungenveränderungen gelten, habe ich das vorliegende Material noch nach Blutdruckgruppen als solchen geordnet.

Tabelle IV.

RR	Alter	Fr.	PM	RM	RI	Ibg	In	Δ I	Anzahl
120	47	75	85,3	6,6	7,6	−0,27	+0,31	−0,58	26
120–140	53	77	84,1	5,9	6,9	−0,24	+0,36	−0,59	33
140–160	54	81	78,7	6,1	7,3	−0,13	+0,39	−0,52	19
160	59	79	83,9	5,9	6,9	−0,12	+0,46	−0,58	22

Tabelle IVa.

RR	PM	RMn	Δ RM	RI	RIn	Δ RI
113	6,6	6,0	+0,6	7,6	7,0	+0,6
130	5,9	5,3	+0,6	6,9	6,3	+0,6
151	6,1	4,6	+1,5	7,3	5,8	+1,5
177	5,9	4,8	+1,1	6,9	5,8	+1,1

Die dabei in den Tabellen IV und IVa erhaltenen Daten ergeben jedoch zunächst für alle Untergruppen eine gewisse Erhöhung der respiratorischen Arrhythmie über den Normwert; an sich sind diese zwar nur unbedeutend. Immerhin fällt doch auf, daß die Werte für Δ RM und Δ RI in der hohen Blutdruckgruppe etwas größer sind. Ob daraus aber besondere Schlüsse gezogen werden können, erscheint doch fraglich.

Abschließend wurde dann noch für die verschiedenen Altersstufen für RM und RI der Tabelle I die mittlere quadratische Streuung (μ) der Einzelwerte und der zugehörigen Mittelwerte bestimmt. Denn die Untersuchungen von Schlomka haben ergeben, daß einerseits, jedenfalls für RI, die Streuung in den einzelnen Lebensaltern relativ, d. h. bezogen auf RI selbst, ziemlich konstant bleibt; andererseits lag dieselbe bei den von Schlomka untersuchten Kranken mit Myodegeneratio cordis relativ deutlich höher und nimmt dann mit dem Alter im ganzen etwas ab.

Tabelle V.

Alter	RM	μ	in % v. RM	RI	μ	in % v. RI
bis 35	9,9	±7,32	78	12,6	±7,89	63
36—45	6,6	±3,26	49	7,8	±3,85	49
46—55	6,6	±3,68	56	7,7	±3,89	51
56—65	4,9	±2,21	45	5,8	±2,58	44
66—	4,5	±1,36	30	5,3	±1,88	35

Die unter diesem Gesichtspunkte zusammengestellte Tabelle V ergab dann Folgendes: Einerseits sind die μ-Werte für RM und RI recht hoch und liegen relativ bis auf die letzte Gruppe deutlich über dem beim Herzgesunden gefundenen (μ = um 35 % liegend) Wert. Andererseits ist ein

Altersgang für RM und RI auch bei Bezugnahme auf RI selbst ganz ausgesprochen.

Den Streuungsverhältnissen zufolge verhält sich demnach der Emphysemkranke hinsichtlich der respiratorischen Arrhythmie recht ähnlich den Kranken mit Myodegeneratio cordis.

E. Erörterung der Befunde.

I.

Gerade dieser Umstand spricht wohl im Zusammenhang mit den vorangehend gemachten Feststellungen der Tabellen Ia und IIa im Ganzen dafür, daß die z. T. beim Emphysemkranken gefundenen Abweichungen in der respiratorischen Arrhythmie vom Verhalten des Gesunden, indirekt Folgen sind der Einwirkung der Lungenüberbelastung auf das Herz, nicht so sehr direkt Auswirkungen der gestörten respiratorischen Atemmechanik auf die Füllungsverhältnisse des rechten Vorhofs.

Im Ganzen sind aber die Abweichungen im Verhalten der respiratorischen Arrhythmie von der des gleichaltrigen Gesunden bei den Emphysemkranken doch überraschend gering. Eine Erklärung der Tatsache läßt sich indessen auf Grund der vorliegenden Befunde nicht geben.

II.

Unabhängig aber davon zeigt diese Tatsache doch hinsichtlich der Steuerung der respiratorischen Arrhythmie zugunsten der von Schlomka vertretenen Ansicht, daß die respirasorischen Frequenzschwankungen doch wohl nicht zentralen Ursprungs sind im Sinne von Atemzentren primär irradiierender Impulse. Denn dann wäre bei der er-

schwerten Atmung und ihren sehr bald auf die Atemhilfsmuskeln ausstrahlenden Impulse doch auch eine gleichzeitig stärkere Einwirkung auf die Herznerven zu erwarten. Daß eine solche gerade bei den höheren Graden von Emphysem sich nicht findet, spricht wohl damit immerhin zugunsten der Auffassung, daß die respiratorische Arrhythmie im Wesentlichen nicht primär zentralen Ursprungs ist.

Zum Schlusse danke ich Herrn Dozent Dr. Schlomka für die freundliche Überlassung des Themas und die wertvollen Anregungen, sowie Herrn Professor Dr. Martini für die Übernahme des Korreferates.

Literaturverzeichnis.

1. Schlomka und Reindell: Untersuchungen über die physiologische Unregelmäßigkeit des Herzschlages (aus Zeitschrift für Kreislaufforschung, 28. Jahrgung, Heft 13, 1936).

2. Schlomka: Über die Abhängigkeit der respiratorischen (Ruhe-) Arrhythmie von der Schlagfrequenz und vom Lebensalter (aus Zeitschrift für Kreislaufforschung, 29. Jahrgang, Heft 14, 1937).

3. Schlomka und Gauss: Beiträge zur klinischen Elektrokardiographie (Zeitschrift für klinische Medizin. Sonderabdruck aus 129. Band 5. und 6. (Schluß) Heft.

4. Schlomka: Zur Bewertung der sogen. „Überwiegens"-kurven des Elektrokardiogramms. (Sonderabdruck aus Klinische Wochenschrift, Jahrg. 15, Nr. 16, S. 564--570, 1936).

Lebenslauf.

Ich, Klaus Diedrichs, bin geboren am 3. November 1912 in Karthaus bei Trier, wo ich von Ostern 1919 bis Ostern 1927 die Volksschule besuchte. Vorbereitet auf's Gymnasium, bestand ich an Ostern 1930 meine Aufnahmeprüfung auf Unterprima am Staatlichen Beethoven-Gymnasium in Bonn, wo ich Ostern 1932 meine Reifeprüfung ablegte. Herbst 1932 begann ich mein Medizinstudium an der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität in Bonn; hier studierte ich elf Semester Medizin, bestand die ärztliche Vorprüfung S.-H. 1936 und das ärztliche Staatsexamen Ende S.-H. 1938.